

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-168538

(43)Date of publication of application : 14.06.2002

(51)Int.Cl.

F25B 9/00

F25B 9/14

(21)Application number : 2000-364952

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 30.11.2000

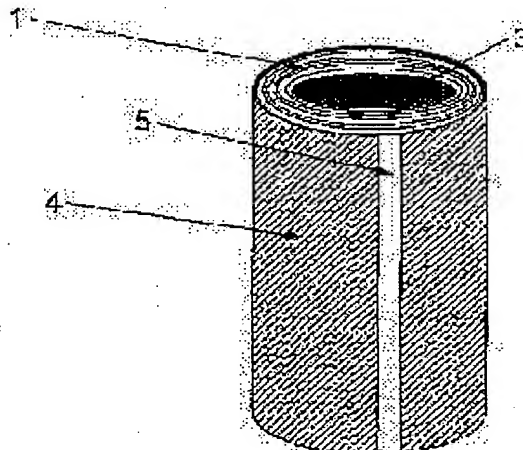
(72)Inventor : TANAKA SHOZO

## (54) STIRLING ENGINE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a Stirling engine which enhances the heat exchange efficiency in a regenerator by reducing the gas leakage loss, using the regenerator which is easy of manufacture and is low-cost.

**SOLUTION:** The regenerator 1 of a Stirling engine is equipped with a cylindrical bobbin 3, a resin film 2 wound around the cylindrical bobbin 3, and a thin cylinder 4 with a vertical slit 5 provided around the resin film 2. One end of the resin film 2 is fixed to the periphery of the cylindrical bobbin 3, the other end of the resin film 2 is drawn out of the slit 5 and is fixed to the end face of the slit 5, and working gas flows between the layers of the resin film 2.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

31.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**BEST AVAILABLE COPY**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-168538  
(P2002-168538A)

(43) 公開日 平成14年6月14日 (2002. 6. 14)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
F 2 5 B 9/00		F 2 5 B 9/00	D
9/14	5 2 0	9/14	5 2 0 B

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-364952(P2000-364952)

(22) 出願日 平成12年11月30日 (2000. 11. 30)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 田中 章三

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100085501

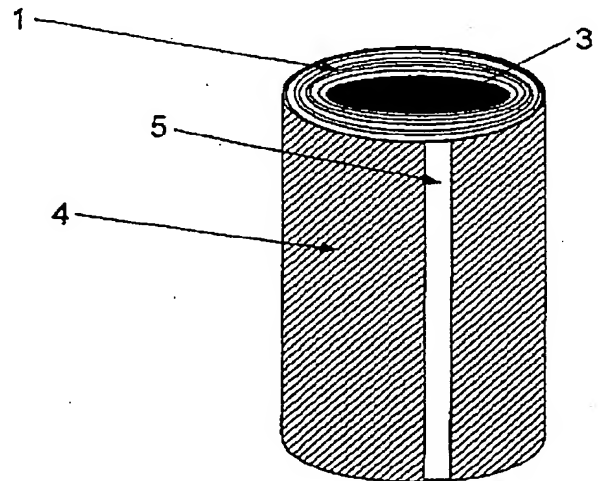
弁理士 佐野 静夫

(54) 【発明の名称】 スターリング機関

(57) 【要約】

【課題】 製造が容易で低コストな構成の再生器を用いてガス漏れ損失を低減し、該再生器での熱交換効率を向上させたスターリング機関を提供することである。

【解決手段】 スターリング機関の再生器1を、円筒ボビン3と、円筒ボビン3の外周面に巻回された樹脂フィルム2と、樹脂フィルム2の外周に設けられ縦方向にスリット5が形成された薄肉円筒4とを備え、樹脂フィルム2の一端が、円筒ボビン3の外周面に固着され、樹脂フィルム2の他端が、スリット5から外部へ引き出されてスリット5の端面に固着され、樹脂フィルム2の層間を作動ガスが流動する構成とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧縮空間と膨張空間との間に配設され両空間を往復する作動ガスの流路になるとともに、前記作動ガスから熱量を回収または放出する再生器を備えたスターリング機関において、

前記再生器は、ボビンと、該ボビンの外周面に密着するように巻回された樹脂フィルムと、該樹脂フィルムの外周に密着するように設けられた筒とを備え、前記樹脂フィルムの層間を前記作動ガスが流動することを特徴とするスターリング機関。

【請求項 2】 圧縮空間と膨張空間との間に配設され両空間を往復する作動ガスの流路になるとともに、前記作動ガスから熱量を回収または放出する再生器を備えたスターリング機関において、

前記再生器は、ボビンと、該ボビンの外周面に巻回された樹脂フィルムと、該樹脂フィルムの外周に設けられ縦方向にスリットが形成された筒とを備え、前記樹脂フィルムの一端が、前記ボビンの外周面に固着され、前記樹脂フィルム他端が、前記スリットから外部へ引き出されて前記スリットの端面または前記筒の外周面に固着され、前記樹脂フィルムの層間を前記作動ガスが流動することを特徴とするスターリング機関。

【請求項 3】 圧縮空間と膨張空間との間のシリンダに内設され両空間を往復する作動ガスの流路になるとともに、前記作動ガスから熱量を回収または放出する再生器を備えたスターリング機関において、

前記再生器は、ボビンと、該ボビンの外周面に巻回された樹脂フィルムと、該樹脂フィルムの外周に設けられ縦方向にスリットが形成された筒とを備え、前記樹脂フィルムの一端が、前記ボビンの外周面に固着され、前記樹脂フィルム他端が、前記スリットから外部へ引き出されて前記スリットの端面または前記筒の外周面に固着され、前記筒が前記シリンダの内周面に圧着され、前記樹脂フィルムの層間を前記作動ガスが流動することを特徴とするスターリング機関。

【請求項 4】 前記筒の外周面に 2 以上の O リングを装着することにより、前記筒と前記シリンダとの隙間をなくしたことを特徴とする請求項 3 記載のスターリング機関。

【請求項 5】 前記筒と前記シリンダとの間を接着剤で埋めることにより、前記筒と前記シリンダとの隙間をなくしたことを特徴とする請求項 3 記載のスターリング機関。

【請求項 6】 前記筒の片端または両端に折り返し部を設け、該折り返し部を前記樹脂フィルム側へ折り返すことにより、前記樹脂フィルムを固定したことを特徴とする請求項 1～5 何れかに記載のスターリング機関。

【請求項 7】 前記筒が高断熱材により形成されたことを特徴とする請求項 1～6 何れかに記載のスターリング機関。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、再生器での熱交換効率を向上させたスターリング機関に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来のスターリング機関の再生器としては、例えば図 6 に示すように、表面に極小凹凸 11 を形成した樹脂フィルム 2 を円筒ボビン 3 の外周に巻回し、樹脂フィルム 2 間に空隙を設けてなるものがある。この空隙は、樹脂フィルム 2 の層間に極小凹凸 11 が存することにより生じる。図 7 は、この再生器 1 を挿設したフリーピストン型スターリング冷凍機の一例の側断面図である。まず、このフリーピストン型スターリング冷凍機 14 の構成および動作について説明する。

【0003】図 7 に示すように、フリーピストン型スターリング冷凍機 14 は、ヘリウム等の作動ガスが封入されたシリンダ 6 と、シリンダ 6 内を膨張空間 20 と圧縮空間 19 とに区画するディスプレイサ 17 及びピストン 18 と、ピストン 18 を往復動させるためのリニアモータ 21 と、膨張空間 20 側に設けられ外部から熱を奪う吸熱器 12 と、圧縮空間 19 側に設けられ外部に熱を放出する放熱器 13 とを備えている。

【0004】なお、図 7 において、22、23 はそれぞれディスプレイサ 17 及びピストン 18 を支持し、弾性力によってこれらのディスプレイサ 17 及びピストン 18 を往復動させる板バネである。また、15 は放熱用熱交換器、16 は吸熱用熱交換器である。これらは、フリーピストン型スターリング冷凍機 14 の外部との熱のやりとりを促進する役目を果たす。そして、放熱用熱交換器 15 と吸熱用熱交換器 16 との間には、再生器 1 が配設されている。

【0005】上記の構成で、リニアモータ 21 を駆動させると、それに伴いピストン 18 がシリンダ 6 内部を上方に移動し、圧縮空間 19 内の作動ガスが圧縮される。このとき、作動ガスの温度は圧縮により上昇するが、放熱用熱交換器 15 を通じて放熱器 13 より外気と熱交換され冷却されるため、この過程は等温圧縮変化となる。

【0006】やがて、ピストン 18 と所定の位相差を保って往復動するディスプレイサ 17 が下方に移動し始め、圧縮空間 19 内の作動ガスは再生器 1 を通じて膨張空間 20 内へ送られる。その際、作動ガスのもつ熱量が再生器 1 を構成する樹脂フィルム 2 に蓄熱され、作動ガスは降温する。

【0007】次にピストン 18 が下方に移動し、膨張空間 20 内の作動ガスが膨張する。このとき、作動ガスは降温するが、吸熱用熱交換器 16 を介して吸熱器 12 から外気の熱を吸収して加熱されるため、この過程は等温膨張変化となる。

【0008】やがて、ディスプレイサ 17 が上昇を始

め、膨張空間 20 内の作動ガスは再生器 1 を通じて再び圧縮空間 19 側へ戻る。その際、再生器 1 に蓄熱された熱量が作動ガスに与えられ、作動ガスは昇温する。この一連の逆スターリングサイクルが駆動部の往復動によって繰り返されることにより、吸熱器 12 では外気から熱が吸収されるため、徐々に低温になる。

【0009】このように圧縮空間 19 と膨張空間 20 との間で、作動ガスを再生器 1 を介して往復動させて吸熱器 12 から冷熱を取り出すスターリング冷凍機では、再生器 1 内において、圧縮された高温の作動ガスから熱量を蓄え、また膨張された低温の作動ガスへ熱量を与えて冷熱を回収するが、そのとき再生器 1 での蓄熱量が多いほど熱量の有効活用がなされるためスターリング冷凍機の性能向上につながる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した再生器 1 の構成では、円筒ボビン 3 の外周に巻回した樹脂フィルム 2 をフリーピストン型スターリング冷凍機 14 に挿設する際に、樹脂フィルム 2 の外周面をシリンダ 6 の内周面に固定しないため、樹脂フィルム 2 の外周面とシリンダ 6 の内周面との間で作動ガス漏れが生じ易く、漏れた作動ガスは再生器 1 内で熱交換を行わずに圧縮空間 19 と膨張空間 20 との間を流動するため、熱損失が大きく、スターリング機関の性能低下要因となる。

【0011】本発明は、上記の問題点に鑑み、製造が容易で低コストな構成の再生器を用いてガス漏れ損失を低減し、該再生器での熱交換効率を向上させたスターリング機関を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、第 1 の発明は、圧縮空間と膨張空間との間に配設され両空間を往復する作動ガスの流路になるとともに、前記作動ガスから熱量を回収または放出する再生器を備えたスターリング機関において、前記再生器は、ボビンと、該ボビンの外周面に密着するように巻回された樹脂フィルムと、該樹脂フィルムの外周に密着するように設けられた筒とを備え、前記樹脂フィルムの層間を前記作動ガスが流動する構成とする。

【0013】第 2 の発明は、圧縮空間と膨張空間との間に配設され両空間を往復する作動ガスの流路になるとともに、前記作動ガスから熱量を回収または放出する再生器を備えたスターリング機関において、前記再生器は、ボビンと、該ボビンの外周面に巻回された樹脂フィルムと、該樹脂フィルムの外周に設けられ縦方向にスリットが形成された筒とを備え、前記樹脂フィルムの一端が、前記ボビンの外周面に固着され、前記樹脂フィルムの他端が、前記スリットから外部へ引き出されて前記スリットの端面または前記筒の外周面に固着され、前記樹脂フィルムの層間を前記作動ガスが流動する構成とする。

【0014】第 3 の発明は、圧縮空間と膨張空間との間

のシリンダに内设され両空間を往復する作動ガスの流路になるとともに、前記作動ガスから熱量を回収または放出する再生器を備えたスターリング機関において、前記再生器は、ボビンと、該ボビンの外周面に巻回された樹脂フィルムと、該樹脂フィルムの外周に設けられ縦方向にスリットが形成された筒とを備え、前記樹脂フィルムの一端が、前記ボビンの外周面に固着され、前記樹脂フィルムの他端が、前記スリットから外部へ引き出されて前記スリットの端面または前記筒の外周面に固着され、前記筒が前記シリンダの内周面に圧着され、前記樹脂フィルムの層間を前記作動ガスが流動する構成とする。

【0015】第 4 の発明は、第 3 の発明において、前記筒の外周面に 2 以上の O リングを装着することにより、前記筒と前記シリンダとの隙間をなくした構成とする。

【0016】第 5 の発明は、第 3 の発明において、前記筒と前記シリンダとの間を接着剤で埋めることにより、前記筒と前記シリンダとの隙間をなくした構成とする。

【0017】第 6 の発明は、第 1 から第 5 の発明において、前記筒の片端または両端に折り返し部を設け、該折り返し部を前記樹脂フィルム側へ折り返すことにより、前記樹脂フィルムを固定した構成とする。

【0018】第 7 の発明は、第 1 から第 6 の発明において、前記筒が高断熱材により形成された構成とする。

【0019】

【発明の実施の形態】以下の実施形態においては、再生器 1 の構成以外は、図 7 に示した従来のフリーピストン型スターリング冷凍機 14 と同様であるため、その共通の名称の部材については同符号を付し、重複する説明を省略する。そして、本発明におけるボビンとは、略円筒状または略円柱状であり、樹脂フィルムを巻回する芯となるものを指す。

【0020】〈第 1 の実施形態〉図 1 に、第 1 の実施形態に用いる再生器 1 の製造過程の斜視図を示す。固定台 25 を貫通した円筒ボビン 3 に、円筒ボビン 3 よりも径の大きい薄肉円筒 4 を被せ、薄肉円筒 4 は固定具 24 によって、固定台 25 に固定される。ここで、薄肉円筒 4 には縦方向にスリット 5 が設けられている。

【0021】次に、樹脂フィルム 2 の一端をスリット 5 から挿入して円筒ボビン 3 の外周面に固着し、円筒ボビン 3 を矢印 F1 の方向へ回転させることで樹脂フィルム 2 は矢印 F2 のようにスリット 5 へ挿入され、円筒ボビン 3 の外周面に巻回される。そして、巻回された樹脂フィルム 2 が薄肉円筒 4 の内周面に到達したとき、円筒ボビン 3 の回転を停止し、樹脂フィルム 2 を切断し、その端部をスリット 5 の端面または薄肉円筒 4 の外周面に固着する。

【0022】そして、固定台 25 から一体化した薄肉円筒 4、樹脂フィルム 2、および円筒ボビン 3 を取り外し、余分な円筒ボビン 3 を切断して図 2 のような再生器 1 を得る。この再生器 1 を図 7 のシリンダ 6 の内周面に

5 圧着することで、樹脂フィルム 2 の層間を作動ガスが流動するフリーピストン型スターリング冷凍機を得ることができる。

【0023】この構成によれば、樹脂フィルム 2 が薄肉円筒 4 の内周面に到達するまで円筒ボビン 3 に巻回されているので、樹脂フィルム 2 と薄肉円筒 4 および円筒ボビン 3 との間に隙間を生じることがなく、作動ガス漏れが生じないため、再生器 1 内での熱交換効率が向上する。また、再生器 1 を図 7 のシリンダ 6 の内周面に圧着しているため、薄肉円筒 4 とシリンダ 6 との隙間を小さくできるため、再生器 1 外への作動ガス漏れが防止できる。

【0024】なお、樹脂フィルム 2 の形状としては、図 6 に示した従来品の形状を採用することができる。また樹脂フィルム 2 の材料としては、比熱が大きく、熱伝導性が低く、耐熱性が高く、吸湿性が低いポリエチレンテレフタレート (PET) やポリイミドなどを用いることが好ましい。

【0025】また、円筒ボビン 3 または薄肉円筒 4 への樹脂フィルム 2 の固着方法としては、特に限定はなく、例えば接着剤による接着や溶着などを用いることができる。

【0026】また、円筒ボビン 3 を円柱ボビンとした再生器 (不図示) をシリンダ 6 に外設してもよい。

【0027】〈第 2 の実施形態〉フリーピストン型スターリング冷凍機の運転中は、圧縮加熱および膨張冷却された作動ガスが再生器 1 中を往復流動する。このとき、樹脂フィルム 2 と作動ガス間で熱交換による熱の授受が行われるが、薄肉円筒 4 の内周面付近を流動する作動ガスの熱量は薄肉円筒 4 を通じてシリンダ 6 へ熱伝導により伝播され散逸するためシリンダ 6 内の熱損失が生じ、冷凍機としての性能が低下する。

【0028】そこで、実施形態 2 は、実施形態 1 において薄肉円筒 4 を高断熱材により形成してなるものである。前記高断熱材としては、例えばポリカーボネート等の樹脂、セラミックなどを用いることができる。

【0029】このような構成によれば、再生器 1 内を流動する作動ガスの熱量は薄肉円筒 4 で遮断され、シリンダ 6 への熱伝導は生じないため、再生器 1 の蓄熱性が向上し、熱交換効率の向上に繋がる。

【0030】〈第 3 の実施形態〉図 3 は、第 3 の実施形態に用いる再生器 1 の周辺部の側断面図である。第 3 の実施形態は、第 1 の実施形態において、再生器 1 の外周面、即ち薄肉円筒 4 の外周面にリング 8、8' を装着し、薄肉円筒 4 とシリンダ 6 との間を密閉している。

【0031】これにより、薄肉円筒 4 の外周面とシリンダ 6 の内周面との間からの作動ガス漏れを防止することができる。また、リング 8、8' は再生器 1 の両端部にそれぞれ装着することで、薄肉円筒 4 とシリンダ 6 との間に空間層が形成されるため、作動ガスの熱量は空間

層で遮断され、薄肉円筒 4 を通じてシリンダ 6 へ熱伝導により伝播され散逸することがなくなり、再生器 1 の蓄熱性が向上し、熱交換効率の向上に繋がる。

【0032】なお、リング 8、8' 間に更に 1 つ以上のリングを装着することで、作動ガス漏れの防止効果を更に向上させることができ、また各リングに掛かる負荷も分散させることができる。

【0033】〈第 4 の実施形態〉図 4 は、第 4 の実施形態に用いる再生器 1 の周辺部の側断面図である。第 4 の実施形態は、第 1 の実施形態において、再生器 1 とシリンダ 6 との間、即ち薄肉円筒 4 とシリンダ 6 との間を接着剤 9 で埋めることにより、再生器 1 とシリンダ 6 との隙間をなくしている。

【0034】これにより、薄肉円筒 4 の外周面とシリンダ 6 の内周面との間からの作動ガス漏れを防止することができる。また、薄肉円筒 4 とシリンダ 6 との間に接着剤 9 の樹脂層が形成されるため、作動ガスの熱量は接着剤 9 の樹脂層で遮断され、薄肉円筒 4 を通じてシリンダ 6 へ熱伝導により伝播され散逸することがなくなり、再生器 1 の蓄熱性が向上し、熱交換効率の向上に繋がる。

【0035】なお、接着剤 9 の塗布位置は、図 4 のように薄肉円筒 4 の外周面全面に塗布する他に、第 3 の実施形態のリングと同様に薄肉円筒 4 の外周面を 1 周覆うように複数の塗布位置を設けてもよい。これにより、作動ガスの熱量は接着剤の樹脂層と空間層とで遮断されることになる。

【0036】〈第 5 の実施形態〉図 5 は、第 5 の実施形態に用いる再生器 1 の斜視図である。第 5 の実施形態は、第 1 の実施形態において、薄肉円筒 4 の片端または両端に突起した折り返し部 10 (図 5 では 4 箇所) を設け、折り返し部 10 を樹脂フィルム 2 側へ折り返すことにより、樹脂フィルム 2 の上下方向の移動を固定している。

【0037】これにより、フリーピストン型スターリング冷凍機 14 の運転中に、樹脂フィルム 2 の層間を流動する作動ガスにより樹脂フィルム 2 が上下方向に移動することがなくなり、作動ガスの無効仕事を減少することができ、熱交換効率が向上して冷凍機としての性能向上に繋がる。

【0038】なお、折り返し部 10 の数や形状には特に限定はなく、樹脂フィルム 2 の上下方向の移動を固定でき、作動ガスの流動を妨げない程度の面積であればよい。

【0039】

【発明の効果】本発明によれば、再生器は、ボビンの外周面に密着するように樹脂フィルムが巻回され、さらに、樹脂フィルムの外周に密着するように筒を設けた構成としているので、樹脂フィルムと筒およびボビンとの間に隙間を生じることがなく、作動ガス漏れが生じないため、再生器内での熱交換効率を向上させたスターリン

グ機関を得ることができる。

【0040】また本発明によれば、再生器は、ボビンと、該ボビンの外周面に巻回された樹脂フィルムと、該樹脂フィルムの外周に設けられ縦方向にスリットが形成された筒とを備え、前記樹脂フィルム的一端が、前記ボビンの外周面に固着され、前記樹脂フィルムの他端が、前記スリットから外部へ引き出されて前記スリットの端面または前記筒の外周面に固着されているので、樹脂フィルムと筒およびボビンとの隙間を小さくできるため、再生器内での熱交換効率を向上させたスターリング機関を得ることができる。

【0041】また本発明によれば、再生器をシリンダの内周面に圧着しているので、再生器とシリンダとの隙間を小さくできるため、再生器外への作動ガス漏れが防止できる。

【0042】また本発明によれば、再生器の外周面にリングを装着し、再生器とシリンダとの隙間をなくすことで、再生器とシリンダとの間からの作動ガス漏れを防止することができ、また再生器とシリンダとの間に空間層が形成されるため、作動ガスの熱量は空間層で遮断され、筒を通じてシリンダへ熱伝導により伝播され散逸することがなくなり、再生器内での熱交換効率を向上させたスターリング機関を得ることができる。

【0043】また本発明によれば、再生器とシリンダとの間を接着剤で埋め、再生器とシリンダとの隙間をなくすことで、再生器とシリンダとの間からの作動ガス漏れを防止することができ、また再生器とシリンダとの間に接着剤の樹脂層が形成されるため、作動ガスの熱量は樹脂層で遮断され、筒を通じてシリンダへ熱伝導により伝播され散逸することがなくなり、再生器内での熱交換効率を向上させたスターリング機関を得ることができる。

【0044】また本発明によれば、筒の片端または両端に突起した折り返し部を設け、その折り返し部を樹脂フィルム側へ折り返すことにより、樹脂フィルムの上下方向の移動を固定することで、作動ガスの流動の際の無効

仕事を減少することができ、熱交換効率を向上させたスターリング機関を得ることができる。

【0045】また本発明によれば、スリットを有した筒を高断熱材により形成しているため、再生器内を流動する作動ガスの熱量は筒で遮断され、シリンダへの熱伝導は生じないため、再生器内での熱交換効率を向上させたスターリング機関を得ることができる。

【0046】また本発明によれば、再生器は、ボビンと筒との間に樹脂フィルムを巻回した簡単な構成であるので、製造が容易で低コストなスターリング機関を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施形態に用いる再生器の製造過程の斜視図である。

【図2】 本発明の第1の実施形態に用いる再生器の斜視図である。

【図3】 本発明の第3の実施形態に用いる再生器の周辺部の側断面図である。

【図4】 本発明の第4の実施形態に用いる再生器の周辺部の側断面図である。

【図5】 本発明の第5の実施形態に用いる再生器の斜視図である。

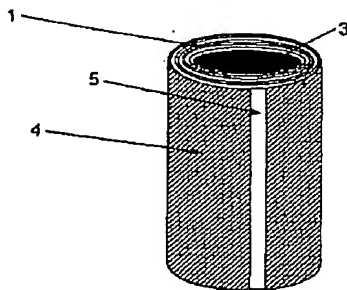
【図6】 従来の再生器の斜視図である。

【図7】 従来のフリーピストン型スターリング冷凍機の側断面図である。

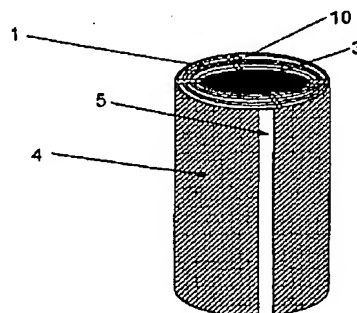
#### 【符号の説明】

- 1 再生器
- 2 樹脂フィルム
- 5 スリット
- 6 シリンダ
- 8 リング
- 9 接着剤
- 10 折り返し部
- 19 圧縮空間
- 20 膨張空間

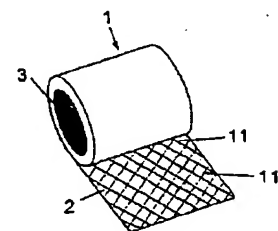
【図2】



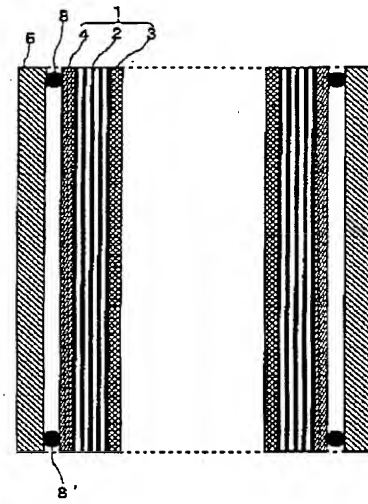
【図5】



【図6】



【図 3】



【图 7】

